TRAFIKVERKET

RAPPORT UHte 19-061 Version 2.0

EG Typkontroll

Kontaktledning SYT 15/15

Driftkompatibilitetskomponent

Delsystem Energi

Yta för bild

Innehåll

1. Inledning. 3
2. Slutsatser 3
3. Omfattning 3
4. Tillämpad metod 3
5. Granskning 4
5.1. Organisation 4
6. Systembeskrivning och avgränsning 4
6.1. Det tekniska system som omfattas av bedömningen 4
6.2. Användandet av SYT 15/15 i delsystemet Energi 5
7. Sammanfattning av bedömningen 5
7.1. Bedömda punkter 5
7.2. Öppna punkter 6
8. Bedömning av driftkompatibilitetens prestanda och specifikation 6
8.1. Kontaktledningens geometri 6
8.2. Medelkontaktkraft 9
8.3. Dynamik och kvalitet på strömavtagning 9
8.4. Strömavtagaravstånd 10
8.5. Ström vid stillastående 10
8.6. Kontaktrådens material 11
9. Referenser 12

1. Inledning.

Trafikverkets kontaktledningssystem SYT 15/15 ska installeras på nybyggda, uppgraderade och moderniserade linjer. Enligt TSD Energi är kontaktledning en driftkompatibilitetskomponent och ska därför genomgå en bedömning om överenstämmelse.

Trafikverket har utvecklat och definierat kontaktledningssystemet SYT 15/15vilket ger Trafikverket rollen som tillverkare och därmed ansvariga för att säkerställa att SYT 15/15 uppfyller kraven avseende en driftkompatibilitetskomponent.

Denna rapport tillsammans med bilagor redovisar kontaktledningssystemet SYT 15/15 överensstämmelse som driftkompatibilitetskomponent.

2. Slutsatser

Bedömningen är att kontaktledningssystemet SYT 15/15 överensstämmer med de krav som ställs på en driftkompatibilitetskomponent.

EG-kontrollförklaring enligt modul CA kan skrivas av tillverkaren som i detta fall är Trafikverket.

3. Omfattning

Bedömningen har gjorts enligt kommissionens förordning *1301/2014 av den 18 november om teknisk specifikation för driftskompatibilitet (TSD) avseende delsystemet Energi i unionens järnvägssystem, ändrad genom Kommissionens genomförandeförordning (EU) 2023/1694 av den 10 augusti 2023* Hädanefter benämns denna förordning kort, TSD Energi.

Consolidated version : EUR-Lex - 02014R1301-20230928 - EN - EUR-Lex (europa.eu)

Specifikt anges vilka krav som ska uppfyllas i TSD Energi, Tillägg A, Tabell A.1 Bedömning av driftkompatibilitetskomponent: Kontaktledning

4. Tillämpad metod

I TSD Energi kapitel 6.1 Driftkompatibilitetskomponenter anges förfarandet för bedömning av överensstämmelse. Trafikverket i egenskap av tillverkare ska själva välja vilken modul som ska användas.

Vägledning avseende förfarandet av olika moduler framgår i *ERA/GUI/07-2011/INT RIKTLINJER FÖR TILLÄMPNING AV TEKNISKA SPECIFIKATIONER FÖR DRIFTSKOMPATIBILITET (TSD) Bilaga 2 – Bedömning av överensstämmelse och EG-kontroll.*

När det gäller produkter som har släppts på marknaden före offentliggörandet av relevanta TSD:er anses typen vara godkänd. Därför är EG-typkontroll inte nödvändig, under förutsättning att tillverkaren visar att provningar och kontroller av driftskompatibilitetskomponenter har ansetts vara framgångsrika för tidigare tillämpningar under jämförbara förhållanden och att de uppfyller kraven i

denna TSD. I detta fall ska dessa bedömningar fortfarande vara giltiga för den nya ansökan. Om det inte är möjligt att påvisa att lösningen godkänts tidigare gäller förfarandet för driftskompatibilitetskomponenter som har släppts på EU-marknaden efter offentliggörandet av denna TSD.

Trafikverkets har för bedömning av driftkompatibilitetskomponentens överensstämmelse valt modul CA, Intern tillverkningskontroll. Detta tillåts i de fall komponenten har släppts på EU-marknaden före ikraftträdandet av relevant TSD. Stöd och riktlinjer för detta framgår i *ERA/GUI/07-2011/INT Riktlinjer för tillämpning av TSD Energi*. SYT 15/15 har installerats på Trafikverkets järnvägsnät sedan början av 90-talet och har således funnits på marknaden innan relevanta TSD:er trädde i kraft. Intern tillverkningskontroll är det förfarande för bedömning av överensstämmelse genom vilket tillverkaren säkerställer och försäkrar på eget ansvar att de berörda driftskompatibilitetskomponenterna uppfyller de tillämpliga kraven i den tekniska specifikationen för driftskompatibilitet (TSD).

5. Granskning

För konstruktionskontroll har Trafikverkets systemdokumentation granskats.

För typkontroll har simuleringar och provkörningar utförts och granskats.

5.1. Organisation

Konstruktionskontroll och typkontroll har genomförts internt av Trafikverkets enhet Elkraft inom avdelningen Teknik och Miljö som ansvarar för tekniskt godkända system och komponenter.

6. Systembeskrivning och avgränsning

6.1. Det tekniska system som omfattas av bedömningen

Kontaktledningssystemet prestanda och systemparametrar avseende beskrivs i *TRVINFRA 00084 SYT 15/15 systembeskrivning*.

Karakteristisk data för SYT 15/15

Kontakttråd:	120 mm² CuAg0.1
Bärlina:	70 mm² BzII
System:	Y-lina
Inspänningskraft kontakttråd:	15 000 N
Inspänningskraft i bärlina:	15 000 N
Nedhäng	0 mm
Maximal vindhastighet:	29 m/s
Designhastighet:	250 km/h

Maximal tillåten drifthastighet:	200 km/h
Nominell spannlängd:	65 m
Maximal spannlängd:	70 m
Antal strömavtagare:	2 st
Avstånd mellan strömavtagare:	Kolumn A i tabell 4.2.13 i TSD Energi

Kontaktledningssystemet SYT 15/15 har en design för drift med 2 strömavtagare i 250 km/h. De fordon som går i trafik idag har en STH på 200 km/h och signalsystemet ATC tillåter också maximalt STH 200 km/h så det har inte funnits något behov att certifiera systemet för en högre hastighet än 200 km/h. Utbyggnaden av ERTMS och det faktum att nya fordon med STH högre än 200 km/h kommer att börja trafikera föranleder att SYT 15/15 inom 2 år kommer certifieras för sin designhastighet 250 km/h.

6.2. Användandet av SYT 15/15 i delsystemet Energi

Kontaktledningssystem är enligt TSD en driftkompatibilitetskomponent. Det är dock endast hängverket som ingår. Bärande komponenter som utliggare, stolpar, fundament, återledning, förstärkningsledning, autotransformatorer mm ingår inte utan dessa omfattas istället av delsystemkraven.

Kontaktledingssystemet SYT 15/15 är en komponent som används inom delsystemet energi.

7. Sammanfattning av bedömningen

För att bedöma om SYT 15/15 uppfyller kraven för en driftkompatibilitetskomponent har det tekniska regelverket granskats. För att bedöma SYT 15/15 uppfyller kraven avseende strömavtagningens kvalitet har både simuleringar och testkörningar utförts och granskats.

7.1. Bedömda punkter

Numreringen av punkterna refererar till bedömningen i kapitel 9.

Punkt	Krav i TSD	Bedömnings-förfarande i TSD	Egenskap	Uppfyllnad av krav i TSD	Referens
	4.2.9	5.2.1.1	Kontaktledningens geometri	Ja	TRVINFRA 00153 TRVINFRA 00144 TRVINFRA 00398
	4.2.11	5.2.1.2	Medelkontaktkraft	Ja	Simuleringar och mätningar

	4.2.12	5.2.1.3	Strömavtagningsdynamik	Ja	Simuleringar och mätningar
	4.2.12	5.2.1.4	Utrymme för upplyft	Ja	Simuleringar och mätningar
	4.2.13	5.2.1.5	Strömavtagaravstånd	Ja	Simuleringar och mätningar
	4.2.5	5.2.1.6	Ström vid stillastående	Endast relevant för DC-linjer	
	4.2.14	5.2.1.7	Kontaktrådens material	Ja	Tekniskt regelverk

7.2. Öppna punkter

Inga öppna bedömningspunkter har identifierats

8. Bedömning av driftkompatibilitetens prestanda och specifikation

Prestanda och specifikationen för kontaktledningen som en driftkompatibilitetskomponent beskrivs i avsnitt 5.2.1 i *TSD Energi*.

8.1. Kontaktledningens geometri

8.1.1. Förutsättning (4.2.9)

1) Kontaktledningen ska konstrueras för strömavtagare med den geometri för strömavtagartoppen som anges i TSD Lok och passagerarfordon, punkt 4.2.8.2.9.2, med hänsyn tagen till de bestämmelser som anges i punkt 7

   a) Nya delsystem Energi för hastigheter högre än 250 km/tim ska vara anpassade för de strömavtagare som specificeras i både punkt 4.2.8.2.9.2.1 (1 600 mm) och 4.2.8.2.9.2.2 (1 950 mm) i TSD Lok och passagerarfordon.

   b) Moderniserade eller ombyggda delsystem Energi för hastigheter högre än 250 km/tim ska åtminstone vara anpassade för en strömavtagare med den geometri på strömavtagartoppen som anges i punkt 4.2.8.2.9.2.1 (1 600 mm) i TSD Lok och passagerarfordon.

   c) I andra fall: Kontaktledningen ska vara konstruerad för användning tillsammans med åtminstone en av de strömavtagare, med dess geometri för strömavtagartoppen, som anges i punkterna 4.2.8.2.9.2.1 (1 600 mm) eller 4.2.8.2.9.2.2 (1 950 mm) i TSD Lok och passagerarfordon.

8.1.1.1. Analys

Trafikverkets kontaktledningssystem har historiskt trafikerats med en 1800 mm bred strömavtagare. I samband med öppnandet av Öresundsbron år 2000 uppstod behovet att kunna trafikera med även den 1950 mm breda strömavtagaren då denna är den som normalt används i Danmark och Tyskland.

Trafikverkets regelverk TRVINFRA 00398 anger det geometriska utrymme en strömavtagare ska vara inom. Samma geometriska utrymme gäller för både 1800 mm och 1950 mm breda strömavtagare. Utredningen Tte 11-065 visar att trots skillnaden i bredd mellan 1800 mm och 1950 mm breda strömavtagarna gör den geometriska utformningen och det utrymme en strömavtagare ska befinna sig inom att man ändå kan likställa dessa. För att verifiera detta har man dokumentet Cross section report Vehicle Dynamics Oeresund Train Unit visat genom beräkningar att ett existerande fordon X31 utrustad med 1950 mm strömavtagarprofil är inom den mekaniska profilen.

Flertalet fordon har i snart 20 år trafikerat Trafikverket järnvägsnät med 1950 mm bred strömavtagare. Den 1950 mm breda strömavtagaren används även vid den periodiska mätningen av kontaktledning för höjd, sidoläge, acceleration och kontaktkraft som sker 2-3 gånger per år över hela Trafikverkets nät. I persontrafik använder snabbtågen X2 och X31 den 1950 mm breda strömavtagaren, i godstrafik använder alla lok för internationell trafik den 1950 mm breda strömavtagaren sedan öppnandet av Öresundsbron år 2000.

8.1.1.2. Bedömning

Bedömning: TRVINFRA 00153 och erfarenhet visar att förutsättningarna i TSD uppfylls

Underlag för bedömning TRVINFRA 00153 samt mer än 20 års erfarenhet av fordon i drift med 1950 mm breda strömavtagare.

K63649: Nybyggda linjer med hastighet > 250 km/h ska projekteras för strömavtagarbredd 1600 mm, 1800 mm och 1950 mm.

K63650: Moderniserade eller ombyggda linjer med hastighet ≥ 250 km/h ska projekteras för strömavtagarbredd 1600 mm, 1800 mm och 1950 mm.

K63651: Nybyggda, moderniserade eller ombyggda linjer med hastighet < 250 km/h ska projekteras för strömavtagarbredd 1800 mm och 1950 mm.

8.1.2. Krav på Kontakttrådens höjd (4.2.9.1)

Beskrivning	v ≥ 250 (km/tim.)	v < 250 (km/tim.)
Kontakttrådens nominella höjd (mm)	Mellan 5 080 och 5 300	Mellan 5 000 och 5 750
Kontakttrådens minsta konstruktionshöjd (mm)	5080 mm	Enligt EN 50119 5.10.4 beroende på vilken fordonsprofil som tillåts
Kontakttrådens maximala konstruktionshöjd (mm)	5300 mm	6200 mm Inklusive toleranser och upplyft i enlighet med EN 50119 figur 3 får kontakttrådens maximala höjd inte överstiga 6 500 mm.

Vid plankorsningar ska kontakttrådens höjd bestämmas av nationella bestämmelser eller, om sådana saknas, i enlighet med den specifikation som det hänvisas till i EN 50122.

K61165: Vid plankorsning ska kontakttrådshöjd minst vara 5500 mm inklusive nedhäng för att kunna uppfylla avståndet 800 mm från kontakttråd till skyddsportal enligt TRVINFRA 00126.

8.1.2.1. Analys

TRVINFRA 00153 anger nominell och högst kontaktrådshöjd beroende på linjens största tillåtna hastighet. TRVINFRA 00153 hänvisar till TRVINFRA 00398 Banutformning när det gäller lägsta kontakttrådshöjd. TRVINFRA 00398 anger olika lägsta kontakttrådshöjd beroende på vilken infarstrukturprofil som anläggningen byggs för. Det finns en relation mellan infrastrukturprofil och fordonsprofil som medför att det alltid är mer än 100 mm dynamiskt elektriskt avstånd i luft mellan fordon och kontakttråden som är det minsta tillåtna enligt EN 50119.

I Sverige regleras lägsta kontakttrådshöjd vid plankorsningar av Elsäkerhetsverkets föreskrift 2022:1. Denna anger att det ska vara minst 5500 mm.

8.1.2.2. Bedömning

Bedömning: TRVINFRA 00153 och TRVINFRA 00398 visar att kraven i TSD uppfylls.

Underlag för bedömning: TRVINFRA 00153 och TRVINFRA 00398.

Kontakttrådshöjd får inte överstiga 5650 mm.

Nybyggda, moderniserade eller ombyggda linjer med hastighet ≥ 250 km/h ska ha

nominell kontakttrådshöjd 5300 mm.

Nybyggda, moderniserade eller ombyggda linjer med hastighet <250 km/h ska ha

nominell kontakttrådshöjd 5500 mm.

Vid normalsektion för fria rummet får kontakttrådshöjden inte understiga 5250 mm

För befintliga banor med minsta sektion C får kontakttrådshöjden inte understiga 5150

mm

För befintliga banor med minsta sektion A får kontakttrådshöjden inte understiga 4950

Vid plankorsning ska kontakttrådshöjd minst vara 5500 mm inklusive nedhäng för att

kunna uppfylla avståndet 800 mm från kontakttråd till skyddsportal enligt TRVINFRA 00126

8.1.3. Krav på maximal avvikelse i sidled (4.2.9.2)

Kontakttrådens maximala avvikelse i sidled i förhållande till spårets mittlinje under påverkan av sidvind ska vara i enlighet med EN 50367 kapitel 5.2.5.

Strömavtagarens bredd (mm)	Maximal avvikelse i sidled (mm)
1 600	400*
1 950	550*

* Värdena ska justeras med beaktande av strömavtagarens rörelser och spårets toleranser enligt tillägg D.1.4

8.1.3.1. Analys

Det är upp till Trafikverket att bestämma vid vilken vind som servicenivå ska uppfyllas.

Vindavdrift i TRVINFRA 00144 är baserad på EN-50341-2 Friledningar över 1 kV där det står angivet att ett vindtryck på 500 n/m^2 kan användas för ledningar enligt klass B. Ett vindtryck på 500 N/m^2

räknas om till en kraft/m med ekvationen 3,5 +0,25 x kontakttrådsdiameter. För SYT 15/15 ger det 6,8 N/m. Omräknat till beräkningsmetoder som idag gäller i EN 50119 och EN 50367 motsvarar 6,8 N/m ett vindtryck på 685 N/m^2. 50-årsåterkomsten för medelvind i Sverige är ca 26 m/s. Enligt TRVFS-2011:12 motsvarar 685 N/m^2 10-årsåterkomst vid terrängtyp 2 på en höjd av 6 m.

8.2. Medelkontaktkraft

8.2.1. Krav

Kontaktledningen ska dimensioneras för en strömavtagarens maximala kontaktkraft:

1. $F_M = 0.00047*v^2+90$ N.

8.2.2. Bedömning:

1. Historiskt använder fordon för nationell trafik på Trafikverkets spår en statisk kraft på 55 N vilket ger en något lägre kontaktkraft än vad som anges i TSD. Sedan öppnandet av Öresundsbron har de fordon som trafikerar bron en statisk kraft på 70 N och dessa trafikerar stora delar av järnvägsnätet sedan 2000.

   I de genomförda simuleringarna och mätningar har strömavtagaren varit justerad att följa en målkurva $F_M = 70 + 0.00097*v2$. För hastigheten 200 km/h är detta identiskt med 0.00047*v2+90 N.

Simulering, provkörningar och lång erfarenhet visar att SYT 15/15 är dimensionerat för en medelkontaktkraft enligt TSD.

8.3. Dynamik och kvalitet på strömavtagning

8.3.1. Krav

1. Utrymme för upplyft av tillsatsrör ska vara 2 gånger så stort som det värde som framkommit vid beräkning, simulering eller mätning.

2. Medelkontaktkraften ska vara inom intervallet för $F_{m_min} = 0.00047*v^2+60$ N till $F_{m_max} = 0.00047*v^2+90$ N.

2. Standardavvikelse på kontaktkraften ska vara max 30 % av F_m vid maximal linjehastighet

8.3.2. Bedömning

1. Tillgängligt utrymme för upplyft är beroende av draget i tillsatsröret. Nominellt för rakspår är tillgängligt upplyft angett till 173 mm vilket visas på ritning *Tillgängligt upplyft, Tillsatsrör*. Det simulerade och uppmätta värdet av strömavtagaren vid rakspår är cirka 60 mm.

   Trafikverkets simuleringsprogram CaPaSim uppfyller EN 50318 vilket framgår i dokumentet *XT 09-11 Validering enlig EN 50318_version 2*

2. Både vid mätning och vid simulering har kontaktkraften $F_M = 70 + 0.00097*v2$ använts vilket ligger inom intervallet.

3. Standardavvikelsen vid simulering gav 20% av F_m. Vid mätningarna varierade standardavvikelsen mellan 20 – 25%.

   Simuleringsresultaten redovisas i *Simuleringar på SYT 15/15 och ST 9.8/9.8 med DSA 200 och DSA 380D*

   Mätresultat redovisas i *Test report 3EGH000031-6126*

SYT 15/15 bedöms uppfylla kravet avseende medelkontaktkraft, upplyft och strömavtagningens kvalitet.

8.4. Strömavtagaravstånd

8.4.1. Krav

1. Kontaktledingssystemet ska vara konstruerad åtminstone för 2 närliggande strömavtagare i funktion med ett avstånd mellan respektive centrumlinje som är lika med eller mindre än det som anges i någon av kolumnerna A,B eller C i EN 50367 tabell 9.

8.4.2. Bedömning

1. Simuleringarna är utförda med 2 strömavtagare med 200 meters avstånd.

   Mätningarna är utförda med 2 strömavtagare med 165 meters avstånd.

   Flera fordon som idag trafikerar Trafikverkets järnvägsnät har kortare avstånd än vad som anges i kolumn A. Flera fordon trafikerar även frekvent med 3 till 4 stycken strömavtagare uppfällda samtidigt.

SYT 15/15 bedöms uppfylla kraven i EN 50367 för kolumn A i tabell 9.

Table 9 — OCL design distances for two pantographs

Design speed [km/h]	**AC distance [m]**			**DC 3 kV distance [m]**			**DC 1,5 kV distance [m]**		
Overhead contact line type	A	B	C	A	B	C	A	B	C
$v \geq 250$	200			200			200		35
$160 < v < 250$	200	85	35	200	115	35	200	85	35
$120 < v \leq 160$	85		35	20			85	35	20
$80 < v \leq 120$	20	15		20	15		35	20	15
$v \leq 80$	8			8			20	8	

8.5. Ström vid stillastående

8.5.1. Krav

Punkten gäller endast likspänningssystem och är därför irrelevant då Trafikverket banmatningssystem är växelspänningssystem.

EN 50367 anger att för AC-system ska 80A tillåtas och att detta inte behöver kontrolleras då det inte kan orsaka någon skadlig värmeutveckling.

8.6. Kontaktrådens material

8.6.1. Krav

1. Tillåtna material för kontakttrådar är koppar och kopparlegering. Kontakttråden ska uppfylla kraven i EN 50149:2012, punkterna 4.2 (med undantag för hänvisningen till bilaga B i standarden), 4.3 och 4.6–4.8.

8.6.2. Bedömning:

1. *TDOK 2022:0011* anger att SYT 15/15 använder 120 mm² CuAg

   Trafikverket anger i *TDOK 2022:0011 Elkraftanläggningar, Kontaktledning, Koppartråd, Produktspecifikation* ska uppfylla EN 50149 avseende tillverkning, märkning samt mekaniska och elektriska krav.

SYT 15/15 bedöms uppfylla kraven i TSD.

9. Referenser

Kommissionens förordning 1301/2014 av den 18 november om teknisk specifikation för driftskompatibilitet (TSD) avseende delsystemet Energi i unionens järnvägssystem ändrad genom Kommissionens genomförandeförordning (EU) 2023/1694 av den 10 augusti 2023

ERA/GUI/07-2011/INT RIKTLINJER FÖR TILLÄMPNING AV TEKNISKA SPECIFIKATIONER FÖR DRIFTSKOMPATIBILITET (TSD) Bilaga 2 – Bedömning av överensstämmelse och EG-kontroll.

Riktlinjer för tillämpning av TSD Energi 3.0

TRVINFRA 00076 Kontaktledning Kontaktledningssystem Systembeskrivning

TRVINFRA 00084 Kontaktledning SYT 15/15 Systembeskrivning

TRVINFRA 00153 Kontaktledning Kontaktledningssystem Projektering

TRVINFRA 00398 Banutformning

TRVINFRA 00144 Kontaktledning Trådföring

XT 09-11 Validering enlig EN 50318_version 2 av CaPaSim

Simuleringar på SYT 15/15 och ST 98/98 med DSA 200 och DSA 380D

Test report 3EGH000031-6126

TDOK 2022:0011 Elkraftanläggningar, Kontaktledning, Koppartråd, Produktspecifikation

Tillgängligt upplyft, Tillsatsrör